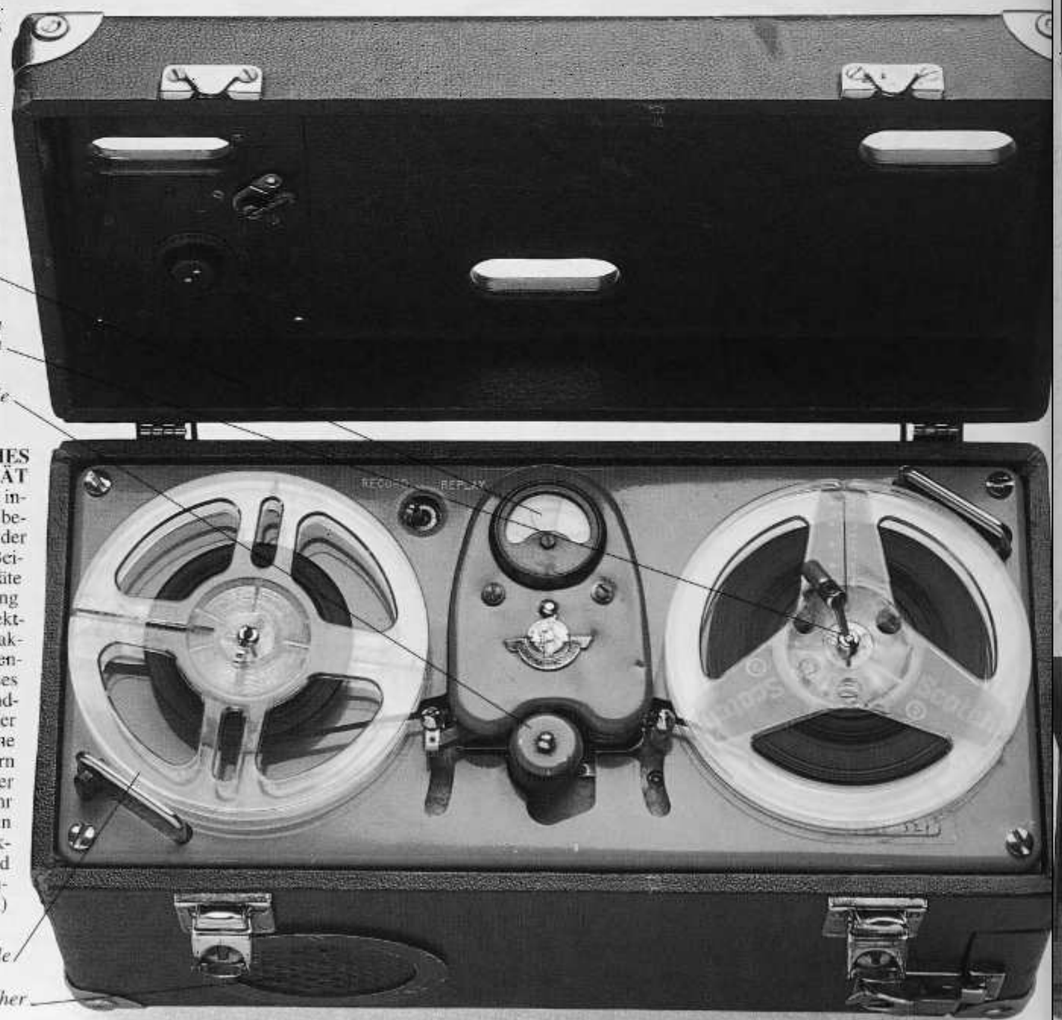
Integrierte Schaltungen

Bis in die 60er-Jahre waren die technischen Möglichkeiten durch die Größe der Röhren und der Transistoren begrenzt; denn stets versuchen die Ingenieure die Geräte so klein wie möglich zu halten. Den ersten Ansatz zu einem integrierten Schaltkreis machte Siegmund Loewe im Jahre 1926 und der erste Halbleiter-Schaltkreis wurde 1958 von Jack Kilby hergestellt. Er enthielt mehrere Transistoren in einem Stück Halbleitermaterial. Allerdings mussten sie von Hand miteinander verbunden werden. Einen entscheidenden Fortschritt brachte 1959 die Planartechnik, mit der Transistoren unter Einsatz fotografischer Methoden (S. 54–55) auf ein Siliziumplättchen geätzt werden. Das Silizium über den aktiven Regionen wird in nichtleitendes Silizium-Dioxid oder -Nitrid umgewandelt. Die so entstandenen Transistoren waren bei geringer Bauhöhe sehr robust und leicht miteinander zu verbinden. Dank der Fortschritte in der Planartechnik kann man seit 1962 Transistoren mit Metallbahnen verbinden. Diese ersten echten integrierten Schaltkreise, die „Chips", revolutionierten die Elektronik.

VORLÄUFER
Der deutsche Ingenieur Siegmund Loewe (1885–1962) entwickelte Vakuumröhren, die fast alle Komponenten eines Radios enthielten, also Widerstände, Kondensatoren und Röhren. Dieser kompakte Empfänger hatte außer der Röhre nur einen Drehkondensator zur Senderwahl sowie eine Empfangsspule.

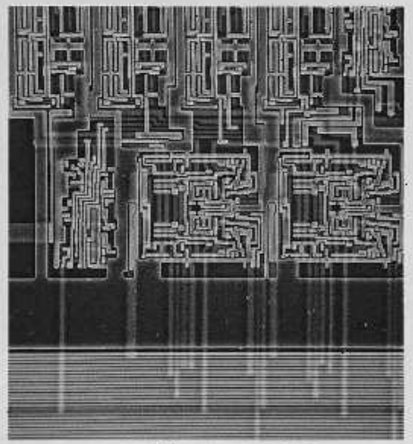


FRÜHES TONBANDGERÄT
Die durch den Einsatz integrierter Schaltkreise bedingte Verkleinerung der Geräte wird hier am Beispiel der Tonbandgeräte gezeigt. Die Entwicklung leistungsfähigerer Elektromotoren und kompakterer Kassetten trug ebenfalls dazu bei. Dieses professionelle Tonbandgerät von Anfang der 50er-Jahre enthielt keine Röhren mehr, sondern Transistoren. Aber der Verstärker benötigte sehr viel mehr Raum als in einem heutigen Walkman. (Beide Geräte sind hier im richtigen Größenverhältnis abgebildet.)

JACK KILBY
Der amerikanische Elektronikingenieur Jack Kilby (geb. 1923) stellte in den 50er-Jahren fest, dass die Verbindungen zwischen den winzigen Transistoren den meisten Platz brauchen und somit bei der Entwicklung integrierter Schaltkreise entscheidend sind, in denen ein schier unüberschaubares Gewirr von Verbindungen vorliegt. 1958 führte Kilby den ersten Schaltkreis vor, der Transistoren, Widerstände und Kondensatoren auf einem einzigen Stück Silizium enthielt.

SINCLAIR-RECHNER
Dieser Taschenrechner stammt von der britischen Firma Sinclair, einem der ersten Hersteller elektronischer Geräte im Kleinformat. Taschenrechner kamen Anfang der 70er-Jahre auf, als der Einsatz integrierter Schaltkreise möglich wurde, und verdrängten die herkömmlichen Rechenmaschinen und die Rechenschieber. Ihre Rechenleistung entspricht der von Maschinen, die früher die Größe ganzer Schränke hatten.

RADIO IM SCHECKKARTENFORMAT
Bei diesem japanischen Taschenradio von 1983 sitzt die gesamte Elektronik des FM-Empfängers auf einem einzigen dünnen Chip. Das Gerät ist nicht größer als eine Scheckkarte. Der Chip selbst ist das kleinste Bauteil; den meisten Platz nehmen die Batterien und der Drehkondensator ein. Dieser wurde bei späteren Modellen durch eine kleine Diode ersetzt (S. 36–37).

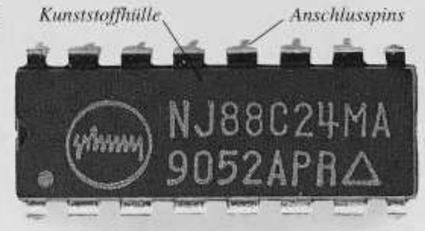


VERGRÖSSERTER CHIP
Nur unter einem starken Mikroskop erkennt man die in den integrierten Schaltkreis eingeätzten komplexen Verbindungen.

Innenleben eines Chips

Integrierte Schaltkreise finden sich in Geräten für die Präzisionsverstärkung oder für schnellste Berechnungen. Rein äußerlich sehen alle ziemlich gleich aus, und selbst wenn man einen Chip öffnet, sieht man kaum Unterschiede. Die aktiven Bauteile sind nämlich kleiner als 1 Tausendstelmillimeter und die Unterschiede erkennt man nur unter einem starken Mikroskop.

WALKMAN
Mit dem Aufkommen der Miniatur-Kassettenrekorder ist das Hören unterwegs gang und gäbe geworden. Walkmen enthalten integrierte Schaltkreise und bieten bei geringsten Abmessungen (Taschenformat) Stereoaufzeichnung, Rauschunterdrückung und Bandsortenwahl.



EINGEGOSSEN
Auch relativ einfache integrierte Schaltkreise enthalten zahlreiche Transistoren. Der eigentliche, sehr kleine Siliziumchip (rechts) wird in Kunststoff eingegossen und ist über haarfeine Drähte mit den Anschlusspins verbunden, die in die Leiterplatte eingelötet werden (S. 22–23).

Siliziumchip